

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-165461

(43)Date of publication of application : 10.06.2003

(51)Int.Cl.

B62D 6/00  
B60R 21/00  
B62D 5/04  
B62D 5/22  
// B62D101:00  
B62D113:00

(21)Application number : 2001-368420

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 03.12.2001

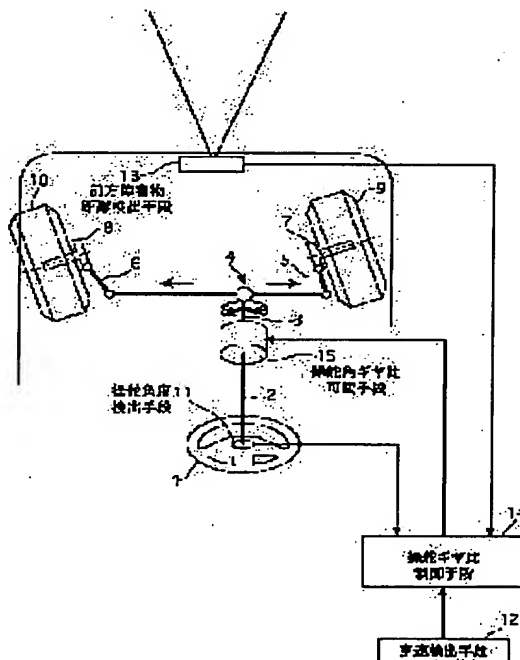
(72)Inventor: SATO HARUHIKO

**(54) STEERING CONTROL DEVICE FOR VEHICLE**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a steering control device for a vehicle, capable of improving the stability of steering operation in case of an emergency operation where the collision allowance time at the start of the steering operation is short.

**SOLUTION:** This steering control device for the vehicle comprises a steering gear ratio variable means 15 which is provided between a steering wheel 1 and front wheels 9, 10 and is capable of arbitrarily changing a steering gear ratio  $G$  as a transmission ratio of the steering angle of a steering device to that of the front wheel, and a steering gear ratio control means 14 which outputs a control command of changing the steering gear ratio  $G$  to the steering gear ratio variable means 15 based on prescribed inputted information. In the steering control device for the vehicle, there is provided a front-side obstruction distance detecting means 13 of measuring a distance from a front-side obstacle, and the steering gear ratio control means 14 is made to serve as a means of estimating the collision allowance time at which the vehicle collides with the obstacle based on the distance from the front-side obstacle and increasing the steering gear ratio  $G$  in the case where the collision allowance time at the start of the steering operation is within a prescribed value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-165461

(P2003-165461A)

(43) 公開日 平成15年 6 月10日 (2003. 6. 10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>7</sup> (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 B 3 D 0 3 3
			6 2 4 D
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	
5/22		5/22	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-368420(P2001-368420)

(22) 出願日 平成13年12月 3 日 (2001. 12. 3)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 佐藤 晴彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100119644

弁理士 綾田 正道 (外 1 名)

F ターム (参考) 3D032 CC21 DA03 DA23 DA76 DA77

DA78 DB20 DC03 DC09 DC31

DD02 DD06 DED1 EA01 EB11

EC31 GG01

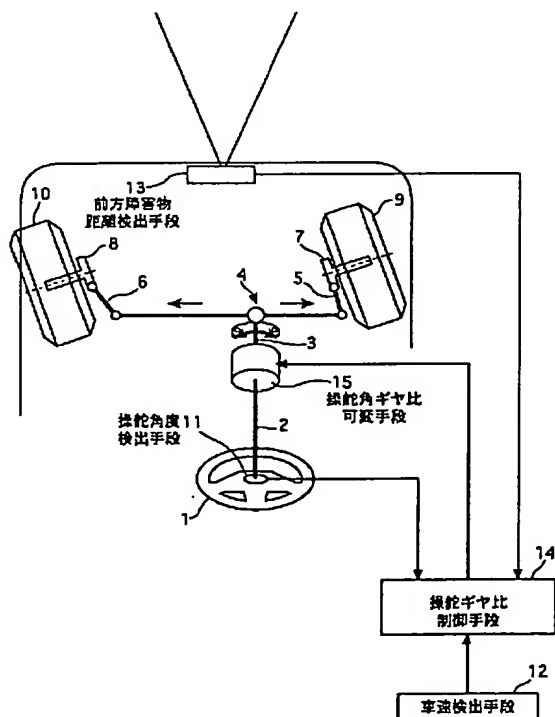
3D033 CA13 CA18 CA31 DC01 DC03

(54) 【発明の名称】 車両用操舵制御装置

(57) 【要約】

【課題】 操舵開始時の衝突余裕時間が小さい緊急操作の場合、ステアリング操作の安定性を向上させることができる車両用操舵制御装置を提供すること。

【解決手段】 ステアリングホイール 1 と前輪 9、10 との間に設けられ、前輪舵角に対するステアリング舵角の伝達比である操舵ギヤ比  $G$  を任意に変更可能な操舵ギヤ比可変手段 15 と、所定の入力情報に基づき、操舵ギヤ比可変手段 15 に対し操舵ギヤ比  $G$  を変化させる制御指令を出力する操舵ギヤ比制御手段 14 と、を備えた車両用操舵制御装置において、前方障害物との距離を計測する前方障害物距離検出手段 13 を設け、操舵ギヤ比制御手段 14 を、前方障害物との距離から自車が障害物へ衝突する時間である衝突余裕時間を予測し、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、操舵ギヤ比  $G$  を高くする制御を行う手段とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステアリングホイールと前輪との間に設けられ、前輪舵角に対するステアリング舵角の伝達比である操舵ギヤ比を任意に変更可能な操舵ギヤ比可変手段と、所定の入力情報に基づき、前記操舵ギヤ比可変手段に対し操舵ギヤ比を変化させる制御指令を出力する操舵ギヤ比制御手段と、を備えた車両用操舵制御装置において、

前方障害物との距離を計測する前方障害物距離検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、前方障害物との距離から自車が障害物へ衝突する時間である衝突余裕時間を予測し、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、操舵ギヤ比を高くする制御を行うことを特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載の車両用操舵制御装置において、前記操舵ギヤ比制御手段は、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、衝突余裕時間が小さい値であるほど操舵ギヤ比を高くし、操舵開始時の衝突余裕時間がさらに小さい別の所定値以内の場合、操舵ギヤ比を一定にする制御を行うことを特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項3】 請求項2に記載の車両用操舵制御装置において、運転者操作状態を検出する運転者操作状態検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合に変化させる操舵ギヤ比を運転者操作状態に応じて変化させ、その上限値は、請求項2で定める特性により規定し、その下限値は、衝突余裕時間が十分大きい場合の操舵ギヤ比以上で、かつ、ある所定の操舵速度で操作した場合に車両ヨーレートが一定値以内である操舵ギヤ比以上である特性により規定することを特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項4】 請求項3に記載の車両用操舵制御装置において、前記運転者操作状態検出手段は、操舵開始から極めて短い一定時間後における操舵角速度を検出する手段であることを特徴とする車両用操舵制御装置。

【請求項5】 請求項1に記載の車両用操舵制御装置において、車速を検出する車速検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、ギヤ比を変化させる衝突余裕時間の所定値を、車速が高車速になるほど小さな値となるように変化させることを特徴とする車両用操舵制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、前輪舵角に対するステアリング舵角の伝達比である操舵ギヤ比を任意に変

更可能な車両用操舵制御装置の技術分野に属する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、車両状態に応じて舵角比（前輪舵角／ステアリング舵角）を変化させる車両用操舵制御装置としては、例えば、特開平9-58507号公報に記載のものが知られている。

【0003】この従来公報には、図10に示すように、舵角比は車速に対して変化し、低車速時は舵角比が高く、車速が上がるにつれて徐々に舵角比が低くなる特性としている。この特性は、高車速域T1の範囲では、車速に対しヨーレートが一定となる舵角比とし、車速がそれよりも低い低車速域T2に範囲では、車速に対しヨーレートが一定となる舵角比よりも低い舵角比としている。

【0004】なお、以下、本文は舵角比の代わりに、その逆数である操舵ギヤ比（ステアリング舵角／前輪舵角）を用いるものとし、図10の特性を言い換えると、「操舵ギヤ比は車速に対して変化し、低車速時は操舵ギヤ比が低く、車速が上がるにつれて徐々に操舵ギヤ比が高くなる特性としている。」となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の車両用操舵制御装置にあっては、低車速域では操舵ギヤ比が低いため、例えば、咄嗟時の緊急操舵においては、切り過ぎが起こり、車両が不安定になる可能性がある。

【0006】すなわち、前方障害物や前方車両との余裕代を表す値として、衝突予測時間であるTTC（Time To Collision）があるが、TTCが大きい場合は、操舵ギヤ比が低くても操舵ギヤ比が高い場合と同じ車両軌跡を通ることができるが、TTCが小さくなる（緊急度が高くなる）につれ操作が咄嗟的・条件反射的になり、操舵ギヤ比に関係なく速い操作となってしまう可能性がある。そのため、低い車速域といえども常に小さい操舵ギヤ比では、TTCが小さい場合は運転者の予想以上に切り過ぎ、その結果として、車両が膨らみすぎる、または、その後の操作が不安定になる等の問題点が考えられる。また、操舵が速い場合で操舵ギヤ比が低い場合は、パワーステアリングの補助が追いつかない場合が発生することも考えられる。この場合、操舵力が急に重くなり、フィーリングが悪くなると共に、ステアリング操作に悪影響を及ぼすことが考えられる。

【0007】本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、操舵開始時の衝突余裕時間が小さい緊急操作の場合、ステアリング操作の安定性を向上させることができる車両用操舵制御装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明では、ステアリングホイールと前輪との間に設けられ、前輪舵角に対するステアリング

舵角の伝達比である操舵ギヤ比を任意に変更可能な操舵ギヤ比可変手段と、所定の入力情報に基づき、前記操舵ギヤ比可変手段に対し操舵ギヤ比を変化させる制御指令を出力する操舵ギヤ比制御手段と、を備えた車両用操舵制御装置において、前方障害物との距離を計測する前方障害物距離検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、前方障害物との距離から自車が障害物へ衝突する時間である衝突余裕時間を予測し、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、操舵ギヤ比を高くする制御を行うことを特徴とする。

【0009】請求項2に係る発明では、請求項1に記載の車両用操舵制御装置において、前記操舵ギヤ比制御手段は、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、衝突余裕時間が小さい値であるほど操舵ギヤ比を高くし、操舵開始時の衝突余裕時間がさらに小さい別の所定値以内の場合、操舵ギヤ比を一定にする制御を行うことを特徴とする。

【0010】請求項3に係る発明では、請求項2に記載の車両用操舵制御装置において、運転者操作状態を検出する運転者操作状態検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合に変化させる操舵ギヤ比を運転者操作状態に応じて変化させ、その上限値は、請求項2で定める特性により規定し、その下限値は、衝突余裕時間が十分大きい場合の操舵ギヤ比以上で、かつ、ある所定の操舵速度で操作した場合に車両ヨーレートが一定値以内である操舵ギヤ比以上である特性により規定することを特徴とする。

【0011】請求項4に係る発明では、請求項3に記載の車両用操舵制御装置において、前記運転者操作状態検出手段は、操舵開始から極めて短い一定時間後における操舵角速度を検出する手段であることを特徴とする。

【0012】請求項5に係る発明では、請求項1に記載の車両用操舵制御装置において、車速を検出する車速検出手段を設け、前記操舵ギヤ比制御手段は、ギヤ比を変化させる衝突余裕時間の所定値を、車速が高車速になるほど小さな値となるように変化させることを特徴とする。

【0013】

【発明の作用および効果】請求項1に係る発明にあつては、走行時、操舵ギヤ比制御手段において、前方障害物距離検出手段にて計測された前方障害物との距離から自車が障害物へ衝突する時間である衝突余裕時間が予測され、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、操舵ギヤ比を高くする制御が行われる。

【0014】すなわち、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内である緊急操作の場合、操舵ギヤ比（ステアリング舵角／前輪舵角）が高くされる。つまり、同じ前輪舵角を得る場合にそれまでのステアリング操作量より大きな操作量が必要となり、これによって、運転者によるステアリング操作が、咄嗟的・条件反射的な緊急操作と

なることで、ステアリング操作速度が速くなっても前輪の切れ角が小さく抑えられる。

【0015】よって、操舵開始時の衝突余裕時間が小さい緊急操作の場合、ステアリング操作の安定性を向上させることができる。

【0016】請求項2に係る発明にあつては、操舵ギヤ比制御手段において、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合、衝突余裕時間が小さい値であるほど操舵ギヤ比を高くする制御が行われ、操舵開始時の衝突余裕時間がさらに小さい別の所定値以内の場合、操舵ギヤ比を一定にする制御が行われる。

【0017】よって、より緊急度が高まるほど、ステアリング操作量を大きくしても前輪の切れ角が小さく抑えられ、ステアリング操作の安定性を衝突余裕時間に応じて向上させることができる。加えて、緊急度が高い場合には、操舵ギヤ比を一定にして操舵応答性を変えないようにすることで、良好なステアリング操作性を確保することができる（ステップS31及び図6参照）。

【0018】請求項3に係る発明にあつては、操舵ギヤ比制御手段において、操舵開始時の衝突余裕時間が所定値以内の場合に変化させる操舵ギヤ比が、運転者操作状態検出手段により検出された運転者操作状態に応じて変化させられ、その上限値は、請求項2で定める特性により規定され、その下限値は、衝突余裕時間が十分大きい場合の操舵ギヤ比以上で、かつ、ある所定の操舵速度で操作した場合に車両ヨーレートが一定値以内である操舵ギヤ比以上である特性により規定される。

【0019】よって、一般的な操作行動を行う運転者が運転した場合に車両挙動が急になり過ぎることがなく、安定した車両の旋回挙動により障害物を回避することができる（ステップS31～ステップS34及び図5、図6参照）。

【0020】請求項4に係る発明にあつては、運転者操作状態検出手段において、操舵開始から極めて短い一定時間後における操舵角速度が検出されるため、運転者の回避操作パターンを精度良く把握することができる（ステップS22～ステップS26及び図9参照）。

【0021】請求項5に係る発明にあつては、操舵ギヤ比制御手段において、ギヤ比を変化させる衝突余裕時間の所定値が、車速検出手段にて検出される車速が高車速になるほど小さな値となるように変化させられる。

【0022】すなわち、回避すべき障害物の大きさが同じであれば車速の大きい方が操舵角が少なくて済み、同じ衝突余裕時間では余裕を持って回避できる。

【0023】よって、車速の大きさにかかわらず、適切な衝突余裕時間が確保される操舵ギヤ比制御を行うことができる（ステップS5及び図3参照）。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の車両用操舵制御装置を実現する実施の形態を、請求項1ないし請求項5に

係る発明に対応する第1実施例に基づいて説明する。

【0025】（第1実施例）まず、構成を説明する。図1は第1実施例の車両用操舵制御装置を示す全体システム図であり、図1において、1はステアリングホイール、2は第1ステアリングシャフト、3は第2ステアリングシャフト、4はステアリングギヤ機構、5、6はタイロッド、7、8はナックル、9は右前輪、10は左前輪、11は操舵角検出手段、12は車速検出手段、13は前方障害物距離検出手段、14は操舵ギヤ比制御手段、15は操舵ギヤ比可変手段である。

【0026】前記ステアリングホイール1は、これを操作することにより、その回転が第1ステアリングシャフト2→操舵ギヤ比可変手段15→第2ステアリングシャフト3へと伝達され、ステアリングギヤ機構4において、回転運動が車幅方向のストローク運動に置き換えられ、タイロッド5及びナックル7を介して右前輪9が転舵され、タイロッド6及びナックル8を介して左前輪10が転舵される。

【0027】前記操舵角検出手段11は、ドライバー操作によるステアリングホイール1の回転角である操舵角 $\theta$ （＝ステアリング舵角）を検出し、操舵角信号を操舵ギヤ比制御手段14に出力する。

【0028】前記車速検出手段12は、車速 $V$ を検出し、車速信号を操舵ギヤ比制御手段14に出力する。

【0029】前記前方障害物距離検出手段13は、車両前部に設けられたレーザーやミリ波等のレーダーによる手段であり、前方障害物との距離 $L$ を検出し、前方障害物との距離信号を操舵ギヤ比制御手段14に出力する。

【0030】前記操舵ギヤ比制御手段14は、操舵角 $\theta$ と、車速 $V$ と、前方障害物との距離 $L$ とを入力し、所定の制御則を用いた演算処理により操舵ギヤ比 $G$ （＝ステアリング舵角／前輪舵角）を求め、求められた操舵ギヤ比 $G$ を得る制御指令が操舵ギヤ比可変手段15に出力される。

【0031】前記操舵ギヤ比可変手段15は、ステアリングホイール1と共に回転する第1ステアリングシャフト2と、前輪舵角を得る入力回転となる第2ステアリングシャフト3との間に介装され、ステアリングホイール1の回転を変速して第2ステアリングシャフト3へ伝達することにより、操舵ギヤ比 $G$ を可変とするアクチュエータである。

【0032】次に、作用を説明する。

【0033】〔操舵ギヤ比制御処理〕図2は操舵ギヤ比制御手段14で実行される操舵ギヤ比制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。

【0034】ステップS1では、サンプリング時間 $\Delta t$ の初期値設定、操舵開始時間 $t=0$ 、操舵ギヤ比モード $mode=0$ 、操舵ギヤ比補正係数 $K_s=0$ とするイニシャライズ処理（初期化処理）を行う。ここで、操舵ギヤ比モ

ード“mode”は、衝突予測時間 $TTC$ が衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以下の場合、操舵ギヤ比 $G$ の算出の仕方により4つのモードに分けるための変数である。

【0035】ステップS2では、操舵角検出手段11からの操舵角 $\theta$ と、車速検出手段12からの車速 $V$ を読み込む。

【0036】ステップS3では、前方障害物距離検出手段13からの前方障害物との距離 $L$ を読み込む。

【0037】ステップS4では、読み込まれた前方障害物との距離 $L$ に基づいて、この瞬時ににおける衝突予測時間算出値 $ttc$ を下記の式、 $ttc=-L/(Lの微分値)$ により求める。

【0038】ステップS5では、車速 $V$ と図3に示す特性により、衝突予測時間最大値 $TTC_h$ と衝突予測時間最小値 $TTC_l$ を算出する。

【0039】すなわち、衝突予測時間最大値 $TTC_h$ は、図3に示すように、車速 $V$ が $V_l$ 以下の領域では一定値で、車速 $V$ が $V_l$ を超え $V_h$ となるまでの領域ではゼロまで徐々に低下する勾配で、車速 $V$ が $V_h$ 以上の領域ではゼロで与えられる。同様に、衝突予測時間最小値 $TTC_l$ は、図3に示すように、車速 $V$ が $V_l$ 以下の領域では一定値で、車速 $V$ が $V_l$ を超える領域ではゼロまで徐々に低下する勾配で、 $TTC_l$ がゼロとなる車速以上の領域ではゼロで与えられる。

【0040】ステップS6では、車速 $V$ と図4に示す特性により、操舵ギヤ比 $G$ の基本ギヤ比 $G_N$ を算出する。

【0041】すなわち、基本ギヤ比 $G_N$ は、図4に示すように、車速 $V$ が $V_l$ 以下の領域では一定値で、車速 $V$ が $V_l$ を超え $V_h$ となるまでの領域では操舵ギヤ比最大値 $G_{max}$ まで徐々に上昇する勾配で、車速 $V$ が $V_h$ 以上の領域では操舵ギヤ比最大値 $G_{max}$ を保つ一定値で与えられる。

【0042】ステップS7では、衝突予測時間算出値 $ttc$ が、衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以下か否かを判断し、 $ttc>TTC_h$ の場合にはステップS8へ移行し操舵ギヤ比 $G$ の調整は行わず、 $ttc\leq TTC_h$ の場合にはステップS10へ移行し操舵ギヤ比 $G$ の調整を行う。

【0043】ステップS8及びステップS9では、各パラメータをリセットする。つまり、ステップS8では、操舵ギヤ比モード $mode$ を $mode=0$ とし、操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ を $K_s=1.0$ とし、操舵開始時間 $t$ を $t=0$ とし、次のステップS9では、操舵ギヤ比 $G$ の算出に用いる衝突予測時間 $TTC$ を衝突予測時間算出値 $ttc$ とする。

【0044】ステップS10では、ステップS7で $ttc\leq TTC_h$ と判断された場合、操舵ギヤ比モード $mode$ の値により分岐判断を行う。最初は $mode=0$ であるため、ステップS11へ進み、 $mode=1$ になるとステップS16へ進み、 $mode=2$ になるとステップS21へ進み、 $mode=3$ になるとステップS30へ進む。

【0045】最初はmode=0であるためステップS11～ステップS15へ移行し、ステップS11～ステップS15では、直進中か操舵中か否かを判断し、直進中は操舵ギヤ比モードmodeを1にし衝突予測時間TTCに衝突予測時間算出値ttcを代入し、操舵中は操舵ギヤ比Gの調整を行わないので、衝突予測時間TTCに衝突予測時間最大値TTC<sub>h</sub>を代入する。

【0046】すなわち、ステップS11では、操舵角 $\theta$ がほぼゼロかどうかにより直進中か操舵中か否かを判断し、直進の場合はステップS12へ移行し、操舵ギヤ比モードmodeを1にし、次のステップS13では、衝突予測時間TTCとして衝突予測時間算出値ttcを代入する。一方、操舵中の場合はステップS14へ移行し、衝突予測時間TTCに衝突予測時間最大値TTC<sub>h</sub>を代入しておく。ステップS13またはステップS14から移行するステップS15では、操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>をK<sub>s</sub>=1.0とし、操舵開始時間tをt=0とする。

【0047】ステップS12でmode=1とされた場合、次のサンプルではステップS16～ステップS20へ移行し、ステップS16～ステップS20では、直進中か操舵中か否かを判断し、直進中は操舵ギヤ比モードmodeを1にし、操舵中は操舵ギヤ比モードmodeを2にし、何れの場合も衝突予測時間TTCに衝突予測時間算出値ttcを代入する。

【0048】すなわち、ステップS16では、操舵角 $\theta$ がほぼゼロかどうかにより直進中か操舵中か否かを判断し、直進中の場合はステップS17へ移行し、操舵ギヤ比モードmodeを1にし、操舵中の場合はステップS18へ移行し、操舵ギヤ比モードmodeを2にする。ステップS17またはステップS18から移行するステップS19では、衝突予測時間TTCとして衝突予測時間算出値ttcを代入し、次のステップS20では、操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>をK<sub>s</sub>=1.0とし、操舵開始時間tをt=0とする。

【0049】ステップS18でmode=2とされた場合、次のサンプルではステップS21～ステップS29へ移行し、ステップS21～ステップS29では、操舵開始からの時間が設定時間T<sub>s</sub>の場合は初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ による補正(K<sub>s</sub>の計算)を行い操舵ギヤ比モードmodeを3にし、操舵開始からの時間が設定時間T<sub>s</sub>でない場合は操舵中のためmodeが1の場合の衝突予測時間TTCを保持する。

【0050】すなわち、ステップS21では、操舵開始からの時間tがt=t+ $\Delta t$ により算出され、ステップS22では、操舵開始からの時間tが設定時間T<sub>s</sub>か否かを判断する。そして、t=T<sub>s</sub>の場合は、ステップS23へ移行し、操舵ギヤ比モードmodeを3とし、ステップS24へ移行し、衝突予測時間TTCを保持し、ステップS25へ移行し、操舵角 $\theta$ により操舵角速度 $\theta_d$ を算出し、ステップS26へ移行し、算出した操舵角速度 $\theta_d$

を初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ とし、ステップS27へ移行し、初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ と図5に示す特性により操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>を算出する。一方、t≠T<sub>s</sub>の場合は、ステップS28へ移行し、衝突予測時間TTCを保持し、ステップS29へ移行し、操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>をK<sub>s</sub>=1.0とする。

【0051】ここで、操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>は、図5に示すように、初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ が0～ $\theta_{ds1}$ までの領域では、0.3程度から1.0まで徐々に上昇するに特性で与え、初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ が $\theta_{ds1}$ を超える領域では、K<sub>s</sub>=1.0という一定値により与える。

【0052】ステップS23でmode=3とされた場合、次のサンプルではmode=3が補正後で、かつ、操舵中を表すため、ステップS30へ移行し、衝突予測時間TTCと操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>とが保持される。

【0053】そして、ステップS31～ステップS34では、各操舵ギヤ比モードmode=0～mode=3で算出した衝突予測時間TTCと操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>から操舵ギヤ比Gが計算される。

【0054】すなわち、ステップS31では、衝突予測時間TTCと図6に示す特性から操舵ギヤ比上限値GTN(TTC)と操舵ギヤ比下限値GTL(TTC)が算出される。

【0055】ここで、操舵ギヤ比上限値GTN(TTC)は、図6に示すように、衝突予測時間TTCがTTC<sub>1</sub>以下の領域では操舵ギヤ比最大値G<sub>max</sub>で、衝突予測時間TTCがTTC<sub>1</sub>を超えTTC<sub>h</sub>となるまでの領域では基本ギヤ比GN(V)まで徐々に低下する勾配で、衝突予測時間TTCがTTC<sub>h</sub>以上の領域では基本ギヤ比GN(V)の一定値で与えられる。同様に、操舵ギヤ比下限値GTL(TTC)は、図6に示すように、衝突予測時間TTCがTTC<sub>1</sub>以下の領域では操舵ギヤ比最大値G<sub>max</sub>と基本ギヤ比GN(V)との中間値で、衝突予測時間TTCがTTC<sub>1</sub>を超える領域では基本ギヤ比GN(V)まで徐々に低下する勾配で、操舵ギヤ比下限値GTL(TTC)が基本ギヤ比GN(V)となる衝突予測時間TTC以上の領域では基本ギヤ比GN(V)の一定値で与えられる。

【0056】次のステップS32では、操舵ギヤ比Gが、操舵ギヤ比上限値GTN(TTC)と操舵ギヤ比補正係数K<sub>s</sub>とを掛け合わせた下記の式、

$$G = GTN(TTC) \times K_s$$

により算出される。

【0057】ステップS33では、ステップS32で算出された操舵ギヤ比Gが、操舵ギヤ比下限値GTL(TTC)を超えているか否かが判断され、G>GTL(TTC)の場合はそのままステップS35へ移行し、G≤GTL(TTC)の場合はステップS34へ移行し、操舵ギヤ比Gが操舵ギヤ比下限値GTL(TTC)とされる。すなわち、図6のハッチングに示す領域が操舵ギヤ比Gの補正範囲とされる。

【0058】次のステップS35では、ステップS32またはステップS34で算出された操舵ギヤ比Gとなる

ように、操舵ギヤ比可変手段15を駆動する制御指令が出力される。

【0059】ステップS36では、イグニッションキーがOFFか否かが判断され、イグニッションキーがONである場合はステップS2へ戻り、上記操舵ギヤ比制御処理が繰り返され、また、イグニッションキーがOFFになると操舵ギヤ比制御処理を終了する。

【0060】〔操舵ギヤ比制御ロジック〕まず、操舵ギヤ比の基本特性（障害物が無い、または、衝突予測時間TTCが大きい場合の特性）を図4に示す。この基本ギヤ比特性は、従来例と同様に、車速Vにより変化させる。車速VがV1以下及びVh以上の領域では操舵ギヤ比が固定であり、その間が車速Vにほぼ比例的に変化するものである。この操舵ギヤ比を基本ギヤ比GNとする。この特性の目的は、低車速での取り回し性の良さと高車速での操作の安定性の良さととの両立を狙ったものである。

【0061】本実施例はこの特性を基本として、衝突予測時間TTCが小さい場合に操舵ギヤ比の調節を行うものである。そこで、衝突予測時間TTCが小さい緊急回避時に予測される運転者の操作パターンについて、図7及び図8に基づいて説明する。

【0062】図7は衝突予測時間TTCと操舵角速度の最大値 $\theta_{dp}$ の関係を、操舵ギヤ比が高い場合と操舵ギヤ比が低い場合について説明したものである。衝突予測時間TTCが大きく十分に余裕がある状態（衝突予測時間TTCがTTC2より高い場合）では、操舵ギヤ比に応じた操舵角速度で操作できる（つまり、同じ走行軌道を通る）が、TTC2から衝突予測時間TTCが小さくなるにつれて両者の差は少なくなり、TTC1より小さい領域では条件反射的な操作となり、両者共に同じ操舵角速度となることが予想される。

【0063】図8は衝突予測時間TTCと操舵角度の最大値 $\theta_p$ の関係を示したものである。操舵角速度の場合と同様、TTC2から衝突予測時間TTCが小さくなるにつれて両者の差は少なくなり、TTC1より小さい領域ではほぼ同じとなる。

【0064】本発明は、この運転者特性に着目し、衝突予測時間TTCがある値より小さい場合は、操舵ギヤ比を基本ギヤ比に対して高くするものである。

【0065】操舵ギヤ比制御手段14のロジックの考え方を説明する。図6に操舵開始前の衝突予測時間TTCと操舵ギヤ比Gとの関係を示す。基本的な特性は図6中のGTNである。衝突予測時間TTCの値がTTC<sub>h</sub>より大きい場合は、通常の操舵ギヤ比である基本ギヤ比GN（車速依存）であるが、衝突予測時間TTCの値がTTC<sub>l</sub>からTTC<sub>h</sub>の間は負の勾配を持ち、TTC<sub>l</sub>より小さい場合は操舵ギヤ比最大値G<sub>max</sub>で一定値とする。この操舵ギヤ比最大値G<sub>max</sub>は、図4に示すG<sub>max</sub>と同じであり、基本ギヤ比特性の変化幅の中で最も高い操舵ギ

ヤ比とする。また、この変化点の衝突予測時間TTCの値である衝突予測時間最大値TTC<sub>h</sub>と衝突予測時間最小値TTC<sub>l</sub>は、車速Vにより異なる設定とする。これは、回避すべき障害物の大きさが同じであれば車速Vが大きい方が、操舵角が少なく済み、同じ衝突予測時間TTCでは余裕を持って回避できるためである。そのため、車速Vと衝突予測時間最大値TTC<sub>h</sub>と衝突予測時間最小値TTC<sub>l</sub>との関係は、図3に示すものとなる。また、図6において、衝突予測時間TTCと操舵ギヤ比Gとの関係は、基本的な特性はGTNであるが、運転者によって回避操作が異なるため、図6中のハッチング範囲内で補正を行う。

【0066】補正範囲を規定する操舵ギヤ比上限値GTNと操舵ギヤ比下限値GTLとは、次に述べる考え方とした。

①衝突予測時間TTCが大きい場合の基本ギヤ比GNより大きいこと

②図7及び図8で示した一般的な操作行動を行う運転者が運転した場合に車両挙動が急になり過ぎないことを条件とした。②については、車両挙動の代表値として車両ヨーレートを考え、一定の上限ヨーレートを設定して、図7及び図8の操作をした場合にこのヨーレートとなる操舵ギヤ比の特性を操舵ギヤ比下限値GTLとしたものである（ただし、操舵ギヤ比下限値GTLは基本ギヤ比GN以上である制限を設けた）。

【0067】この操舵ギヤ比上限値GTNと操舵ギヤ比下限値GTLの範囲内において、運転者の特徴パラメータとして初期操舵速度を検出して補正を行う。図9には運転者の回避操作パターンの例を示す。操舵開始点の時間を0とした場合、それから設定時間Ts後の操舵速度を検出し、これを初期操舵速度 $\theta_{ds}$ とする。図5に初期操舵速度 $\theta_{ds}$ と操舵ギヤ比補正係数Ksの関係を示す。操舵ギヤ比補正係数Ksは、基本的に操舵ギヤ比上限値GTNに掛ける係数である（操舵ギヤ比G=GTN×Ks）。初期操舵速度 $\theta_{ds}$ が所定値 $\theta_{ds1}$ 以上の場合（操舵速度が速い場合）は1であるが、それより操舵速度が小さい場合は初期操舵速度 $\theta_{ds}$ に比例して1より小さくなる値とする。

【0068】図2のフローチャートは以上説明した制御ロジックを入れて操舵ギヤ比制御手段14で実行されるものである。

【0069】〔操舵ギヤ比制御作用〕障害物が無い、または、衝突予測時間算出値ttcが大きい走行時には、図2のフローチャートにおいて、ステップS1→ステップS2→ステップS3→ステップS4→ステップS5→ステップS6→ステップS7→ステップS8→ステップS9→ステップS31→ステップS32→ステップS33→ステップS35へと進む流れとなる。

【0070】すなわち、ステップS6において、車速Vにより変化する基本ギヤ比特性（図4）により基本ギヤ比GNが算出され、ステップS8において、操舵ギヤ比



補正係数 $K_s$ が1.0に設定され、ステップS31において、操舵ギヤ比上限値 $G_{TN}$ と操舵ギヤ比下限値 $G_{TL}$ が、操舵開始前の衝突予測時間 $TTC (= ttc)$ が大きいことで基本ギヤ比 $G_N$ とされ(図6)、ステップS32において、操舵ギヤ比 $G$ が、

$$G = G_{TN}(TTC) \times K_s = G_N \times 1.0 = G_N$$

の式により算出され、ステップS35において、操舵ギヤ比 $G (= 基本ギヤ比G_N)$ となるように、操舵ギヤ比可変手段15が駆動制御される。よって、図6の基本ギヤ比特性に示す車速 $V$ に対応した基本ギヤ比 $G_N$ を得る操舵ギヤ比制御が行われることになり、低車速域では操舵ギヤ比 $G$ が小さく、小さなステアリング操作量で大きな前輪舵角変化量が得られる操舵性能により、取り回し性の良さが確保され、また、高車速域では操舵ギヤ比 $G$ が大きく、大きなステアリング操作量で小さな前輪舵角変化量が得られる操舵性能により、操作の安定性の良さが確保される。

【0071】自車の前方に障害物が存在し、衝突予測時間算出値 $ttc$ が小さい直進走行時には、図2のフローチャートにおいて、ステップS1→ステップS2→ステップS3→ステップS4→ステップS5→ステップS6→ステップS7→ステップS10→ステップS11→ステップS12→ステップS13→ステップS15→ステップS31→ステップS32→ステップS33→ステップS35へと進む流れとなる。

【0072】すなわち、ステップS6において、車速 $V$ により変化する基本ギヤ比特性(図4)により基本ギヤ比 $G_N$ が算出され、ステップS13において、衝突予測時間 $TTC$ が $ttc$ とされ、ステップS15において、操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ が1.0に設定され、ステップS31において、衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以下であることで、操舵ギヤ比上限値 $G_{TN}$ と操舵ギヤ比下限値 $G_{TL}$ が、基本ギヤ比 $G_N$ より大きい値とされ(図6)、ステップS32において、操舵ギヤ比 $G$ が、

$$G = G_{TN}(TTC)$$

の式により算出され、ステップS35において、操舵ギヤ比 $G (= 操舵ギヤ比上限値G_{TN})$ となるように、操舵ギヤ比可変手段15が駆動制御される。

【0073】この $ttc \leq TTC_h$ という条件が成立すると、上記のように、最初は $mode = 0$ であるため、ステップS10からステップS11～ステップS15へ移行し、直進中であればステップS12において操舵ギヤ比モード $mode$ が1にされるため、次のサンプルではステップS10からステップS16～ステップS20へ移行し、操舵を開始すると操舵ギヤ比モード $mode$ を2にされる。そして、ステップS18で $mode = 2$ とされた場合、次のサンプルではステップS10からステップS21～ステップS29へ移行し、操舵開始からの時間が設定時間 $T_s$ に達しない間は、ステップS21→ステップS22→ステップS28→ステップS29へと進む流れとな

り、上記同様に、ステップS35において、操舵ギヤ比 $G (= 操舵ギヤ比上限値G_{TN})$ となるように、操舵ギヤ比可変手段15が駆動制御される。

【0074】そして、操舵開始からの時間が設定時間 $T_s$ に達すると、ステップS22→ステップS23→ステップS24→ステップS25→ステップS26→ステップS27へと進む流れとなり、衝突予測時間 $TTC$ を保持すると共に、その時点の初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ により操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ が算出され、図5の操舵ギヤ比補正係数特性に示すように、初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ が小さいほど操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ が小さな値とされ、図6に示すハッチング領域の範囲内で操舵ギヤ比 $G$ が補正され、ステップS35において、この補正された操舵ギヤ比 $G$ (操舵ギヤ比下限値 $G_{TL}$ 以上で、操舵ギヤ比上限値 $G_{TN}$ 以下)となるように、操舵ギヤ比可変手段15が駆動制御される。

【0075】そして、ステップS23で $mode = 3$ とされた場合、次のサンプル以降は、ステップS10からステップS30へと進む流れとなり、衝突予測時間 $TTC$ と操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ とを保持したままの補正された操舵ギヤ比 $G$ が維持される。

【0076】以上説明したように、操舵開始時の衝突余裕時間(衝突予測時間算出値 $ttc$ )が衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以内である緊急操作の場合、図6に示すように、操舵ギヤ比 $G$ (ステアリング舵角/前輪舵角)が基本ギヤ比 $G_N$ より高くされることになる。つまり、同じ前輪舵角を得る場合にそれまでのステアリング操作量より大きな操作量が必要となり、これによって、運転者によるステアリング操作が、咄嗟的・条件反射的な緊急操作となることで、ステアリング操作速度が速くなくても前輪の切れ角が小さく抑えられ、ステアリング操作の安定性を向上させることができる。

【0077】次に、効果を説明する。

【0078】(1) 前方障害物距離検出手段13にて計測された前方障害物との距離 $L$ から自車が障害物へ衝突する時間である衝突予測時間算出値 $ttc$ が求められ、操舵開始時の衝突予測時間算出値 $ttc$ が衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以内の場合、操舵ギヤ比 $G$ を高くする制御を行うようにしたため、操舵開始時の衝突余裕時間が小さい緊急操作の場合、ステアリング操作の安定性を向上させることができる。

【0079】(2) 操舵開始時の衝突予測時間算出値 $ttc$ が衝突予測時間最大値 $TTC_h$ 以内の場合、衝突予測時間算出値 $ttc$ が小さい値であるほど操舵ギヤ比 $G$ を高くする制御を行い、操舵開始時の衝突予測時間算出値 $ttc$ がさらに小さい別の衝突予測時間最小値 $TTC_l$ 以内の場合、操舵ギヤ比 $G$ を一定にする制御を行うようにしたため、ステアリング操作の安定性を衝突予測時間算出値 $ttc$ に応じて向上させることができると共に、緊急度が高い場合に一定の操舵応答による良好なステアリング操

作性を確保することができる。

【0080】(3) 操舵開始時の衝突予測時間算出値 $t_{tc}$ が衝突予測時間最大値 $TTCh$ 以内の場合に変化させる操舵ギヤ比 $G$ が、ステップS26により算出された初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ に応じて変化させられ、その上限値は、図6で定める操舵ギヤ比上限値 $GTN$ 特性により規定し、その下限値は、基本ギヤ比 $GN$ 以上で、かつ、ある所定の操舵速度で操作した場合に車両ヨーレートが一定値以内である操舵ギヤ比以上である操舵ギヤ比下限値 $GTL$ 特性により規定するようにしたため、一般的な操作行動を行う運転者が運転した場合に車両挙動が急になり過ぎることがなく、安定した車両の旋回挙動により障害物を回避することができる。

【0081】(4) 運転者操作状態として、ステップS26により操舵開始から極めて短い一定時間 $T_s$ 後における初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ を求めるようにしたため、運転者の回避操作パターンを精度良く把握することができる。

【0082】(5) 操舵ギヤ比 $G$ を変化させる衝突予測時間 $TTc$ の上限値 $TTCh$ と下限値 $TTCl$ が、車速検出手段12にて検出される車速 $V$ が高車速になるほど小さな値となるように変化させるため、車速 $V$ の大きさにかかわらず、適切な衝突余裕時間が確保される操舵ギヤ比制御を行うことができる。

【0083】(他の実施例) 以上、本発明の車両用操舵制御装置を第1実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については、この第1実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0084】例えば、第1実施例では、車速対応の基本ギヤ比をベースとして操舵ギヤ比を制御する例を示したが、基本となる操舵ギヤ比制御としては、図4に示す基本ギヤ比特性以外の特性を持つものでも良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の車両用操舵制御装置を示す全体システム図である。

【図2】第1実施例の車両用操舵制御装置の操舵ギヤ比

制御手段で実行される操舵ギヤ比制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】車速 $V$ に対する衝突予測時間最大値 $TTCh$ と車速 $V$ に対する衝突予測時間最小値 $TTCl$ との関係を示す特性図である。

【図4】車速 $V$ に依存する基本ギヤ比 $GN$ の特性図である。

【図5】初期操舵角速度 $\theta_{ds}$ に対する操舵ギヤ比補正係数 $K_s$ の特性図である。

【図6】操舵開始前の衝突予測時間 $TTc$ に対する操舵ギヤ比上限値 $GTN$ と操舵ギヤ比下限値 $GTL$ の特性図である。

【図7】操舵開始前の衝突予測時間 $TTc$ に対する操舵角速度の最大値 $\theta_{dp}$ を操舵ギヤ比が高い場合と操舵ギヤ比が低い場合をパラメータとして表した特性図である。

【図8】操舵開始前の衝突予測時間 $TTc$ に対する操舵角度の最大値 $\theta_p$ を操舵ギヤ比が高い場合と操舵ギヤ比が低い場合をパラメータとして表した特性図である。

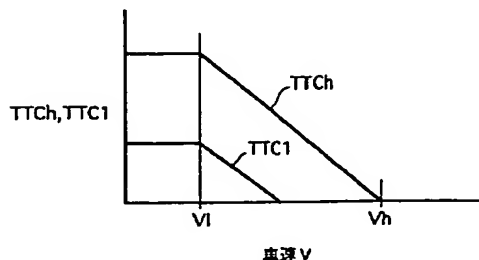
【図9】緊急回避パターンでの操舵角速度の変化を示すタイムチャートである。

【図10】従来の車速に対応する舵角比特性図である。

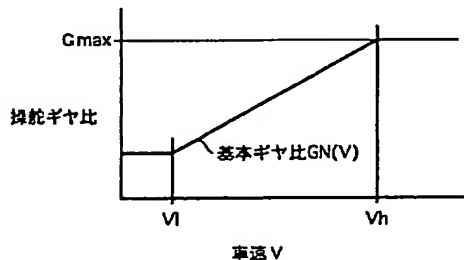
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール
- 2 第1ステアリングシャフト
- 3 第2ステアリングシャフト
- 4 ステアリングギヤ機構
- 5, 6 タイロッド
- 7, 8 ナックル
- 9 右前輪
- 10 左前輪
- 11 操舵角検出手段
- 12 車速検出手段
- 13 前方障害物距離検出手段
- 14 操舵ギヤ比制御手段
- 15 操舵ギヤ比可変手段

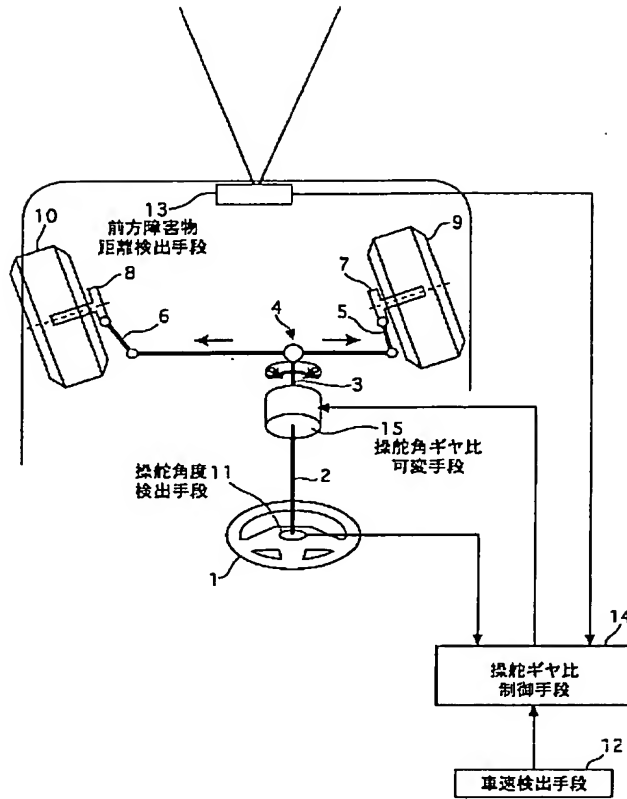
【図3】



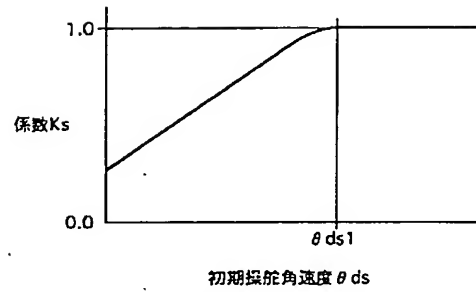
【図4】



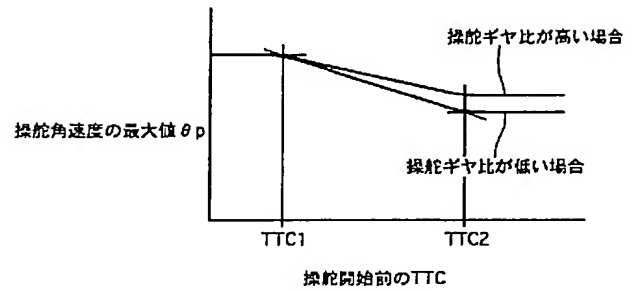
【図1】



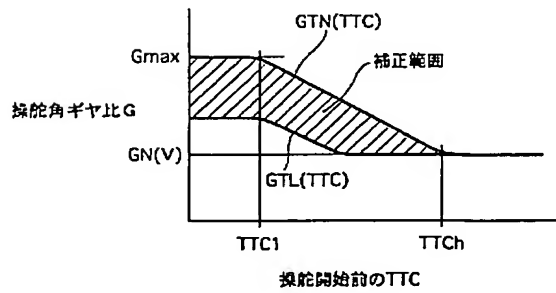
【図5】



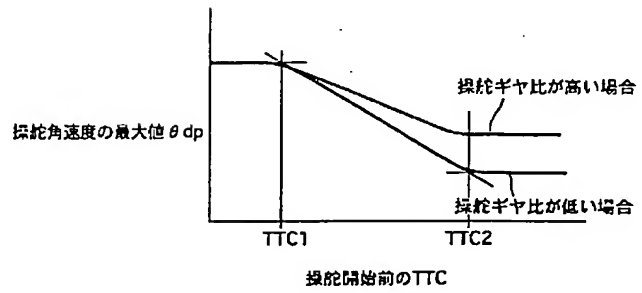
【図8】



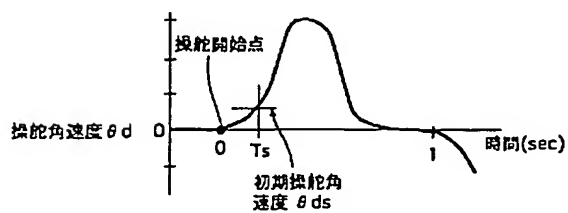
【図6】



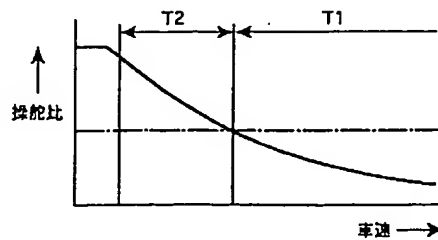
【図7】



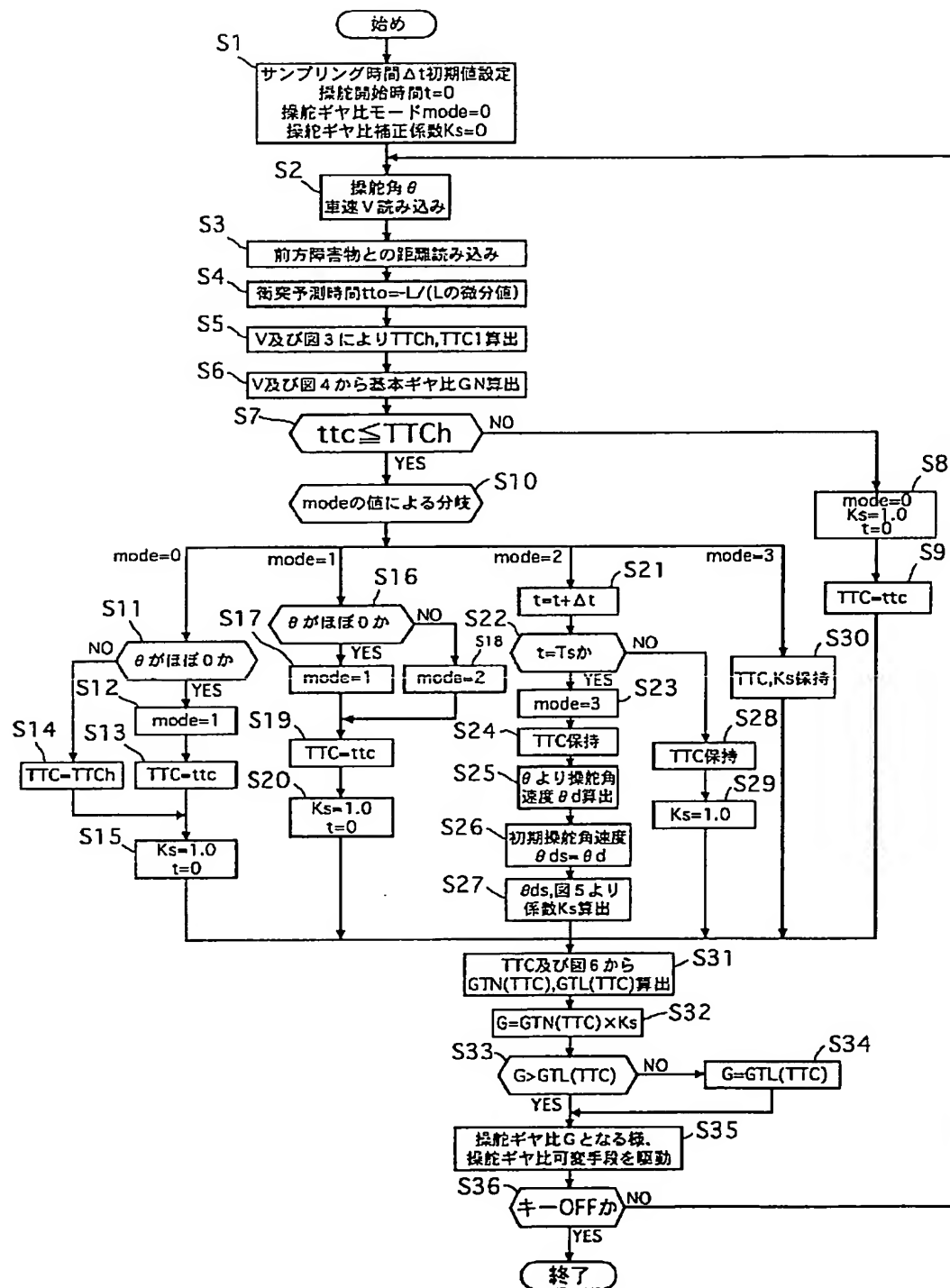
【図9】



【図10】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7  
// B 6 2 D 101:00  
113:00

識別記号

F I  
B 6 2 D 101:00  
113:00

テーマコード(参考)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**